

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月 7日
Date of Application:

出願番号 特願2003-000922
Application Number:

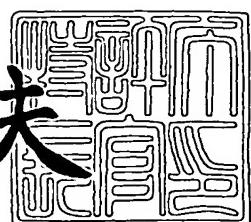
[ST. 10/C] : [JP2003-000922]

出願人 富士写真フィルム株式会社
Applicant(s):

2003年10月 6日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P27262J
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06T 1/00
A61B 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 川崎市麻生区万福寺1-2-2 新百合トウエンティワ
ン 富士フィルムソフトウェア株式会社内
【氏名】 施 超

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィ
ルム株式会社内

【氏名】 武尾 英哉

【特許出願人】

【識別番号】 000005201
【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 異常陰影候補検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体の放射線画像を表す画像データに基づいて、該放射線画像中の異なる方向性を有する複数の線構造を所定の線構造抽出処理により抽出する線構造抽出手段と、

前記放射線画像中の各画素を注目画素とし、該注目画素に対する前記抽出された複数の線構造の線集中度を該注目画素毎に算出する線集中度算出手段と、

前記抽出された複数の線構造の方向分布指数を前記注目画素毎に算出する方向分布指数算出手段と、

前記線集中度と前記方向分布指数とに基づいて得られる評価値を前記注目画素毎に算出し、該算出された評価値に基づいて前記放射線画像中の腫瘍陰影の候補領域を検出する候補領域検出手段とを備えたことを特徴とする異常陰影候補検出装置。

【請求項 2】 前記候補領域検出手段が、前記評価値の高い順に所定の数の前記注目画素の位置を前記候補領域とすることを特徴とする請求項 1 記載の異常陰影候補検出装置。

【請求項 3】 被写体の放射線画像を表す画像データに基づいて、該放射線画像中の腫瘍陰影のコア領域を所定の検出処理により検出するコア領域検出手段と、

前記画像データに基づいて、前記放射線画像中の異なる方向性を有する複数の線構造を所定の線構造抽出処理により抽出する線構造抽出手段と、

前記放射線画像中の各画素を注目画素とし、該注目画素に対する前記抽出された複数の線構造の線集中度を該注目画素毎に算出する線集中度算出手段と、

前記抽出された複数の線構造の方向分布指数を前記注目画素毎に算出する方向分布指数算出手段と、

前記線集中度と前記方向分布指数とに基づいて得られる評価値を前記注目画素毎に算出し、前記コア領域検出手段により検出されたコア領域を有する前記腫瘍陰影の悪性度を前記算出された評価値に基づいて評価する評価手段とを備えたこ

とを特徴とする異常陰影候補検出装置。

【請求項4】 前記検出処理が、アイリスフィルタを用いた処理であること
を特徴とする請求項3記載の異常陰影候補検出方法。

【請求項5】 前記線構造抽出処理が、モフォロジーフィルタを用いた処理
であることを特徴とする第1項から第4項のいずれか1項に記載の異常陰影候補
検出装置。

【請求項6】 前記評価値が前記線集中度と前記方向分布指数との積である
ことを特徴とする第1項から第5項のいずれか1項に記載の異常陰影候補検出装
置。

【請求項7】 前記放射線画像が乳房の放射線画像であることを特徴とする
第1項から第6項のいずれか1項に記載の異常陰影候補検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は異常陰影候補検出装置に関し、特に詳しくは、被写体の放射線画像デ
ータに基づいて画像中の異常陰影候補を検出する異常陰影候補検出装置に関する
ものである。

【0002】

【従来の技術】

医療分野においては、被写体の放射線画像から、診断者の経験や画像読影能力
に左右されることなく、計算機を用いて客観的かつ自動的に検出する異常陰影候
補検出処理システム（計算機支援画像診断装置）が提案されている（例えば、特
許文献1）。

【0003】

この異常陰影候補検出処理システムは、アイリスフィルタ処理等を利用して、
異常陰影の濃度勾配の特徴や形態的な特徴に基づいて、主として半球状構造のコ
ア領域を腫瘍陰影候補として検出しようとするものである。

【0004】

一方、放射線画像中に表れる腫瘍陰影の形態は、コアがはっきり視認できるも

のに限らず、例えば、コアの周縁に存在するスピキュラと呼ばれる放射状の線構造のみが画像中で見られる場合もある（図1のP1参照）。こういった形態の腫瘍は、実際にコア自体存在せずスピキュラのみで構成されているものもあるし、画像中には写し出されなくても実際にはコアが存在しているものもある。特に、腫瘍がスピキュラを伴う場合には悪性である可能性が高いと言われているため、スピキュラを伴う腫瘍陰影を検出することは重要課題の1つである。また、乳房の組織（乳腺や血管等）分布の解剖学的パターンから外れて局所的に組織が乱れている部分（「構築の乱れ」という、図1のP4参照）や、局所的に組織が1ヶ所に引き込まれている部分（図1のP2参照）や、大きな領域に亘って引きつれが表れている部分（図1のP3参照）等には、コアが画像中に見られなくても腫瘍が存在している可能性が高い。

【0005】

しかしながら、従来のアイリスフィルタによる異常陰影候補検出処理システムは、画像中に表れている腫瘍陰影のコア領域をその濃度勾配等の特徴に基づいて検出するものであるため、上記のようなコアが画像中で視認できない形態の腫瘍陰影を検出することは原理的に不可能である。

【0006】

そこで、画像中から線構造を抽出することによって上記のような形態の腫瘍陰影候補を検出する方法として、モフォロジーフィルタによる処理が提案されている（例えば、非特許文献1、特許文献2）。

【0007】

さらに、ある点に周りの線が集中する度合を線集中度と呼ぶ特微量で定義し、この値に基づいて線構造を有する腫瘍陰影候補を抽出する異常陰影候補検出装置が提案されている（例えば、特許文献2）。

【0008】

また、ある点の周りにある線のその点への集中の一様性を定量化する尺度として一様指数を定義し、放射状に分布している線構造を有する腫瘍陰影候補をこれに基づいて抽出する方法が提案されている（例えば、非特許文献2）。一様指数は、注目画素の近傍を一定の中心角で均等に分割し、分割された各領域における

線集中度の分散を使用して、集中の一様性を定量化しようとするものであり、次の式（1）により算出される。

【0009】

【数1】

$$U(M) = 1 - 2\sqrt{\text{var}\{C_{R_i}(M)\}} \quad (1)$$

$U(M)$ ：注目画素 M における一様指數

i ：注目画素 M の近傍を中心角に基づき N 個に等分したときの各領域を識別する番号。

$i \in [0, N]$ 。

R_i ：分割された各領域

$C_{R_i}(M)$ ：分割された N 個の領域における線集中度

var ：分割された N 個の領域における線集中度 $C_{R_i}(M)$ の分散

【0010】

【特許文献1】

特開平8-294479号公報

【0011】

【特許文献2】

特開2002-133397号公報

【0012】

【非特許文献1】

小畠秀文著、「モルフォロジー」、初版、株式会社コロナ社、1996年11月、p. 161-165

【0013】

【非特許文献2】

目加田慶人、外3名、「線図形における局所的集中パターンの特徴量とその応用」、電子情報通信学会論文誌、1994年9月、D-II、Vol. J 77-D-II、No. 9、p. 1788-1796

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

線集中度は、あくまでもある点への周りの線の集中の度合いを示すものであるから、図2（a）のように線があらゆる方向から一様に集中している場合と、図2（b）のように線が特定の方向から偏って集中している場合を区別することができない。したがって、例えばマンモグラフィ（乳房を被写体とした診断用放射線画像）を対象にした場合、特許文献2の異常陰影候補検出装置では、ある点から放射状に線が分布するスピキュラ等の腫瘍だけでなく、ある点から一定方向に線が分布する乳腺までも異常陰影候補として誤検出してしまう可能性がある。また、これを回避するために検出条件を厳格にすると典型的なスピキュラを伴う異常陰影を見落とす可能性もある。

【0015】

これに対して、一様指数はある点の周りにある線のその点への集中の一様性を示すものであるから、図2（a），（b）のような、ある点に向かう線の集中する方向のばらつきの違いを区別することができる。しかしながら、一様指数は、分割された領域の半数における線集中度が1で、残りの半数が0のときに最小値0となり、分割された領域の線集中度が全て等しいときに最大値1となり、また対称性をも有するため、方向のばらつきを正しく表現できない場合がある。例えば、図3のように、注目画素Mの近傍Kを表すドーナツ型の領域を、中心角を45度として8分割したとすると、8つの領域中2つの領域の線集中度が1で残りの領域の線集中度が0の場合と（図3（a））、8つの領域中2つの領域の線集中度が0で残りの領域の線集中度が1の場合（図3（b））で、一様指数は同じ値（0.134）となってしまうため、外見上、図3（b）の方が方向のばらつきが大きく見えるにもかかわらず、それを正しく定量化できることになる。

【0016】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、放射状に広がる線構造を有する異常陰影候補の検出における検出率の向上と誤検出率の低減を図ることによって、医師の診断支援能を向上させた異常陰影候補検出装置を提供することを目的とするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明による異常陰影候補検出装置は、被写体の放射線画像を表す画像データに基づいて、放射線画像中の異なる方向性を有する複数の線構造を所定の線構造抽出処理により抽出する線構造抽出手段と、放射線画像中の各画素を注目画素とし、注目画素に対する抽出された複数の線構造の線集中度を注目画素毎に算出する線集中度算出手段と、抽出された複数の線構造の方向分布指数を注目画素毎に算出する方向分布指数算出手段と、線集中度と方向分布指数とに基づいて得られる評価値を注目画素毎に算出し、算出された評価値に基づいて放射線画像中の腫瘍陰影の候補領域を検出する候補領域検出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0018】

ここで、「注目画素に対する抽出された複数の線構造の線集中度」とは、ある注目画素に対して、抽出された線構造が集中している度合いを示すものであり、例えば、注目画素方向に向いている線構造のカウント値や、線構造の注目画素方向の成分の総和、これらの値を注目画素からの距離の逆数で重みづけしたもの、さらに線構造の長さの総和で正規化したもの等を利用することができる。

【0019】

また、線集中度を算出する対象の「注目画素」は、被写体の放射線画像の全画素とすることが望ましいが、実験的または経験的に腫瘍陰影が検出される可能性が高い部分など、画像の一部の画素としてもよい。

【0020】

「抽出された複数の線構造の方向分布指数」とは、抽出された複数の線構造のうち注目画素の近傍に存在するものについて方向のばらつきを定量化したものであり、具体例としては、線分の方向の分布を情報エントロピーの概念になぞらえて表現したもの（以下、方向エントロピーと呼ぶ）が考えられる。

【0021】

「線集中度と方向分布指数とに基づいて得られる評価値」は、線集中度と方向分布指数を入力として得られる出力値であり、具体例としては、線集中度と方向

分布指標の積や、線集中度と方向分布指標を入力としてテーブルや関数等によって変換、計算される評価値が考えられる。

【0022】

候補領域検出手段は、評価値の高い順に所定の数の注目画素の位置を候補領域して検出してもよいし、評価値が所定の閾値より高い値を示している注目画素の位置を候補領域として検出するものとしてもよい。

【0023】

ここで、「注目画素の位置」とは、注目画素位置の点でもよいが、その近傍をも含む領域とすることが望ましい。

【0024】

また、本発明の異常陰影候補検出装置は、被写体の放射線画像を表す画像データに基づいて、放射線画像中の腫瘍陰影のコア領域を所定の検出処理により検出するコア領域検出手段と、画像データに基づいて、放射線画像中の異なる方向性を有する複数の線構造を所定の線構造抽出処理により抽出する線構造抽出手段と、放射線画像中の各画素を注目画素とし、注目画素に対する抽出された複数の線構造の線集中度を注目画素毎に算出する線集中度算出手段と、抽出された複数の線構造の方向分布指標を注目画素毎に算出する方向分布指標算出手段と、線集中度と方向分布指標とに基づいて得られる評価値を注目画素毎に算出し、コア領域検出手段により検出されたコア領域を有する腫瘍陰影の悪性度を、算出された評価値に基づいて評価する評価手段とを備えたものとしてもよい。

【0025】

ここで、線構造を抽出する領域は、被写体の放射線画像全体でもよいが、検出されたコア領域の周縁付近やその外側のみなど、抽出しようとする線構造の特徴にあわせてその領域を限定してもよい。

【0026】

また、ここでは、線集中度を算出する対象の「注目画素」は、被写体の放射線画像の全画素でもよいが、検出されたコア領域の内部の画素のみとしてもよい。

【0027】

線構造抽出処理は、モフォロジーフィルタを用いた処理を利用してもよいし、

それ以外にも、画像中において線構造の輝度分布がかまぼこ状に表れるという特徴から、線状部分の輝度勾配ベクトルの方向分布が線状部分の中心線に集中するという特徴に基づいて線構造を抽出する手法（「ベクトル集中線を用いたスピキュラを伴う腫瘍の検出」JAMIT Frontier' 98講演論文集 P.104～106）等を利用してもよい。

【0028】

また、上記所定の検出処理には、アイリスフィルタを用いた処理を利用することができる。

【0029】

なお、本発明の異常陰影候補検出装置は、放射線画像が乳房の放射線画像である場合に特に効果的である。

【0030】

【発明の効果】

上記のように構成された本発明の異常陰影候補検出装置によれば、線構造抽出手段が被写体の放射線画像中の線構造を抽出し、線集中度算出手段が、抽出された線構造の、放射線画像中の各画素に対する線集中度を算出し、方向分布指数算出手段が、抽出された複数の線構造の方向分布指数を注目画素毎に算出し、候補領域検出手段が、線集中度と方向分布指数とに基づいて得られる評価値を注目画素毎に算出し、算出された評価値に基づいて腫瘍陰影の候補領域を検出するから、線構造の方向のばらつきを考慮した候補領域の抽出が可能になり、放射状に広がる線構造を有する異常陰影候補の検出における検出率の向上と誤検出率の低減が図られ、医師の診断支援能が向上する。

【0031】

腫瘍の存在を示す所見となるスピキュラや、組織の引き込み、引きつれ、構築の乱れ等は、腫瘍が存在し得る位置付近から放射状に延びる線構造として画像中に表れることが多い。一方、例えばマンモグラフィの場合、乳腺のように、ある点から一定方向に線が分布する線構造も画像中に表れる。本発明による異常陰影候補検出装置では、方向分布指数を利用して線構造の注目画素への集中の方向のばらつきの度合いを算出することができるため、この方向分布指数と線集中度と

に基づいて得られる評価値によって、放射状の線構造を有するスピキュラ等の腫瘍と、ある点から一定方向に線が分布する線構造を有する乳腺等とを区別することが可能になる。

【0032】

また、コア領域検出手段により放射線画像中の腫瘍陰影のコア領域を検出するようにし、評価手段が、放射線画像中から抽出された線構造の線集中度と方向分布指数とに基づいて得られる評価値によって、検出されたコア領域を有する腫瘍陰影の悪性度を評価するようにした場合には、検出されたコア領域の周りに悪性腫瘍の指標となるスピキュラが存在しているか否か或いはどの程度存在しているかを確認する際にも、乳腺のように、ある点から一定方向に線が分布する線構造を排除して行うことが可能となるため、異常陰影候補検出装置としての検出性能が向上する。

【0033】

なお、候補領域検出手段や評価手段が用いる評価値が線集中度と方向分布指数の積である場合には、複雑な演算や変換テーブルの準備等が不要になり、また処理性能面においても効果的である。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0035】

本発明の第1の実施形態となる異常陰影候補検出装置Xは、スピキュラ等の線構造を有する腫瘍陰影候補を検出する機能を有するものであり、図4は同装置Xの構成を示すブロック図である。

【0036】

図に示すように、同装置Xは、画像読取装置等から入力した放射線画像データPに基づいて画像中の線構造を抽出する線構造抽出手段1と、線構造抽出手段1により抽出された線構造の線集中度を画像中の各画素について算出する線集中度算出手段2と、抽出された複数の線構造の方向分布指数を注目画素毎に算出する方向分布指数算出手段3と、線集中度と方向分布指数との積を注目画素毎に算出

し、算出された積に基づいて画像中の腫瘍陰影の候補領域を検出する候補領域検出手段4とを備える。

【0037】

次に、以上のように構成された同装置Xの作用について説明する。

【0038】

線構造抽出手段1は、乳房を撮影して取得した放射線画像データPを画像読取装置等から入力し、画像中から方向性が異なる複数の線構造を抽出する。本実施形態においては、モフォロジーフィルタ処理により、方向性が異なる複数の直線構造要素を用いて複数方向の線構造を抽出する。画像中の線構造を抽出する際には、画像に対して、抽出しようとする線構造よりもサイズが小さく同じ方向性を有する直線構造要素を用いてモフォロジー演算によるオープニング処理を行い、これを直線構造要素毎に施すことにより、直線構造要素の方向性毎に画像中の線構造を保存した複数の画像を取得し、さらにその画像から線構造のみの画像を取得する。そして、取得した線構造のみの画像を閾値処理により2値化する（以上の処理の詳細については、特許文献2に開示されている）。次に2値化された画像中の線構造にラベリング処理をし、さらに細線化処理を行うことにより、線構造を1画素分の線幅を有する細線として抽出し、細線化線構造画像データQを出力する。なお、ラベリング処理とは2値化画像中で閾値以上の値を有するため白に変換された画素が連結したものを1つの領域として認識させる処理をいい、ラベリング処理された画素の領域をラベルという。また、細線化処理とはラベルが付された線構造から線幅を小さくし線幅が1画素の中心線を抽出する処理をいう。

【0039】

線集中度算出手段2は、細線化線構造画像データQに基づき、画像中の全ての画素において線集中度を算出し、その画素の位置情報と対応づけて線集中度データR1として出力する。本実施形態において、線集中度の算出方法は非特許文献2に記載されているものを用いる。すなわち、図5に示すように、ある注目画素Mからの最小半径および最大半径を指定することにより注目画素Mを中心としたドーナツ状領域を近傍Kとして設定し、近傍K内に存在し線構造を構成する点N

にある線素（前後2点がつくる線分と同じ方向で長さがその半分であるような線分）の注目画素Mへの方向成分を注目画素Mと点Nの間の距離の逆数で重みづけしたものの総和を求め、注目画素Mと点Nの間の距離の逆数で重みづけした線素の長さの総和で正規化したものを用いる。これを数式で表すと式（2）のようになる。

【0040】

【数2】

$$C(M) = \frac{\sum_K \frac{dx|\cos\alpha|}{r}}{\sum_K \frac{dx}{r}} \quad (2)$$

C(M) : 注目画素Mにおける線集中度

dx : 線素の長さ

α : 線素の方向が線分MNとなす角

r : 注目画素Mと点Nの間の距離

\sum_K : 近傍K内での総和

線集中度は、近傍K中の全線素が注目画素Mに向かっているとき $\alpha = 0$ 度となり最大値1をとる。また、近傍K中の全線素が注目画素Mに向かっていないとき、すなわち、全線素が線分MNに垂直なとき $\alpha = 90$ 度となり最小値0をとる。なお、近傍に線素が全く存在しない場合の線集中度は0とする。

【0041】

方向分布指数算出手段3は、細線化線構造画像データQに基づき、画像中の全ての画素において方向分布指数を算出し、その該当する画素の位置情報と対応づけて方向分布指数データR2として出力する。

【0042】

具体的には、図3に示すように、ある注目画素Mからの最小半径および最大半径を指定することにより注目画素Mを中心としたドーナツ状領域を近傍Kとして設定し、近傍Kに存在する線構造の方向エントロピー値を次式（3）によって算

出する。

【0043】

【数3】

$$ent = - \sum_{i=0}^7 \frac{Li}{total} \ln \frac{Li}{total} \quad (3)$$

ent : 注目画素Mにおける方向分布指数

i : 細線の傾きの代表数字。

180度を8分割し、0度以上22.5度未満を傾き0、

22.5度以上45度未満を傾き1、....、

157.5度以上180度未満を傾き7としたもの。

i ∈ [0, 7]。

Li : 傾き*i*の細線の総長。

total : 近傍K内にある細線の総長。

式(3)は線分の角度を180度の範囲で考え、180度を8分割して線分の傾きを表す代表数字を求める場合であり、図6は傾き0から7までの範囲を示した図である。また、図7は注目画素Mの近傍Kに存在する5つの細線について、図6に基づいて傾き*i*を求めたものである。この場合、各細線の長さを1とすると、*L0*=1、*L1*=1、*L2*=0、*L3*=1、*L4*=0、*L5*=1、*L6*=0、*L7*=1、*total*=5となり、方向分布指数*ent*≈1.609となる。

【0044】

なお、傾きの代表数字を求める方法については、180度を8分割する場合に限定されない。例えば、線分の角度を360度の範囲にしたり、分割数も9以上にしたりすることによって精度の向上を図ることが可能になる。

【0045】

ここで、図3を用いて非特許文献2記載の一様指数と本発明による方向分布指数の比較を行う。図3では、注目画素Mの近傍Kを8分割しているので、方向分布指数算出のための傾きの代表数字についても線分の角度を360度の範囲で8分割して考え、0度以上45度未満を傾き0、45度以上90度未満を傾き1、以下同様

・のことを繰返し、315度以上360度未満の傾き7まで代表数字を割り当てる。図3(a)では傾き0と2の細線が存在しているので、各細線の長さを1とすると、 $L_0=L_2=1$ 、 $L_j=0$ ($j \neq 0, 2$)、total=2となり、方向分布指数ent=0.693となる。これに対して図3(b)では、傾き1、3、4、5、6、7の細線が存在しているので、同様にして求めると方向分布指数ent=1.792となる。このように方向分布指数は近傍中の線構造の方向の散らばりが大きいほど大きい値をとる。これに対して一様指数は、【発明が解決しようとする課題】で述べたように図3(a)(b)のいずれの場合も同じ値となる。したがって、方向分布指数によれば、一様指数では正しく定量化できなかった場合でも、正しく定量化できるといえる。

【0046】

ただし、方向分布指数は近傍中の線構造の注目画素への集中の度合い、すなわち線集中度は考慮していないので、互いに異なる傾きを有する4つの線構造が、図8(a)のように注目画素に向くように存在していても、図8(b)のように注目画素を囲むように存在していても方向分布指数の値は同じになる。そこで、次に述べるように方向分布指数と線集中度を組み合わせて評価する必要がある。

【0047】

候補領域検出手段4は、線集中度データR1と方向分布指数データR2を入力データとして、線集中度と方向分布指数の積を注目画素毎に算出し、この積の極大値、すなわち、x軸、y軸を注目画素の画像上の位置、z軸をこの積としてプロットしたときのz軸方向の極大値のうち、大きい方から所定数(例えば2つ)の点の画素の位置(x、y)を腫瘍陰影の候補領域として検出する。

【0048】

なお、候補領域は点ではなく領域として検出することが望ましい。

【0049】

ところで、構造要素の方向やサイズ、ドーナツ状領域の最小半径や最大半径、また、ドーナツ状領域のかわりに円形領域を利用する等、線構造抽出や線集中度算出のための各種条件は、検出しようとする腫瘍陰影の指標となる線構造の大きさや特徴にあわせて適宜設定することが望ましい。例えば、局所的な引き込みP

2. (図1) を指標とする時は、短い構造要素や小さいドーナツ状領域或いは円形領域を利用してもよいし、一方、広い範囲に亘って見られる引きつれP3(図1)を指標とする時は、比較的長い構造要素や大きいドーナツ状領域などを利用する。つまり、腫瘍の所見となる画像中の線構造は、その種類や存在する位置等によって大きさや線集中形態に種々の特徴があるため、上記の各種条件は対象となる画像における線構造の形態にあわせて適宜調整することが望ましく、また、その調整程度によって種々の線構造を抽出することが可能となる。なお、構造要素の方向は多ければ多いほど効果がある。

【0050】

また、本実施形態においては、画像中の全ての画素において線集中度を算出したが、実験的または経験的に腫瘍陰影が存在する可能性が高い部分の画素のみを対象にしてもよい。

【0051】

このように本発明の第1の実施形態となる異常陰影候補検出装置Xによれば、線構造抽出手段1が被写体の放射線画像中の線構造を抽出し、線集中度算出手段2が、抽出された線構造の、放射線画像中の各画素に対する線集中度を算出し、方向分布指数算出手段3が、抽出された複数の線構造の方向分布指数を注目画素毎に算出し、候補領域検出手段4が、線集中度と方向分布指数との積を注目画素毎に算出し、算出された積に基づいて腫瘍陰影の候補領域を検出するから、線構造の方向のばらつきを考慮した候補領域の抽出が可能になり、放射状に広がる線構造を有する異常陰影候補の検出における検出率の向上と誤検出率の低減が図られ、医師の診断支援能が向上する。

【0052】

腫瘍の存在を示す所見として画像中に表れるスピキュラや、組織の引き込み、引きつれ、構築の乱れ等は、腫瘍が存在し得る位置付近から放射状に延びる線構造として画像中に表れることが多い。一方、例えばマンモグラフィの場合、乳腺のように、ある点から一定方向に線が分布する線構造も画像中に表れる。本発明による異常陰影候補検出装置では、方向分布指数を利用して線構造の注目画素への集中の方向のばらつきの度合いを算出することができるため、この方向分布指

数と線集中度との積に基づいて、放射状の線構造を有するスピキュラ等の腫瘍と、ある点から一定方向に線が分布する線構造を有する乳腺等とを区別することが可能になる。

【0053】

本発明の第2の実施形態となる異常陰影候補検出装置Yは、コア領域とその周辺のスピキュラを検出する機能を有するものであり、図9は同装置Yの構成を示すブロック図である。

【0054】

図に示すように、同装置Yは、画像読取装置等から入力した放射線画像データPに基づいて画像中の線構造を抽出する線構造抽出手段1と、線構造抽出手段1により抽出された線構造の線集中度を画像中の各画素について算出する線集中度算出手段2と、抽出された複数の線構造の方向分布指数を注目画素毎に算出する方向分布指数算出手段3と、放射線画像データPに基づいて画像中のコア領域を検出するコア領域検出手段5と、線集中度と方向分布指数との積を注目画素毎に算出し、コア領域検出手段により検出されたコア領域を有する腫瘍陰影の悪性度を、算出された積に基づいて評価する評価手段6とを備える。

【0055】

次に、以上のように構成された同装置Yの作用について説明する。なお、同装置Yと同等の要素についての説明は、特に必要のない限り省略する。

【0056】

コア領域検出手段5は、アイリスフィルタ処理により、放射線画像データPに基づく画像中のコア領域を検出し、その領域の位置情報と対応づけてコア領域データTとして出力する。アイリスフィルタ処理の詳細については、特許文献2等に開示されている。

【0057】

また、線構造抽出手段1や線集中度算出手段2、方向分布指数算出手段3の作用については、同装置Xと同様である。

【0058】

評価手段6は、コア領域データTと線集中度データR1と方向分布指数データ

R.2とを入力とし、線集中度と方向分布指数との積を注目画素毎に算出し、これらのデータ中の位置情報に基づいて、検出されたコアを有する腫瘍陰影の悪性度を評価する。すなわち、腫瘍陰影は、線構造として抽出されるスピキュラを伴う場合には悪性である可能性が高いため、入力されたデータの各位置情報に基づいてコア領域の周縁にスピキュラが存在しているか否か或いはどの程度存在しているかを確認することによって、コア領域検出手段5により検出されたコア領域を含む腫瘍陰影の悪性度を評価する。

【0059】

なお、同装置Yにおいては、同装置Xと同様に画像中の全ての線構造を抽出し、画像中の全ての画素における線集中度を算出してもよいが、コア領域検出手段5により検出されたコア領域の位置情報を線構造検出手段1若しくは線集中度算出手段2、または方向分布指数算出手段3に入力し、コア領域の位置情報に基づいてコア領域の外部または付近の線構造のみを抽出したり、コア領域の内部の画素についてのみ線集中度や方向分布指数を算出したりしてもよく、つまり、コア領域とともに存在しているスピキュラを抽出し得るものであればいかなる手法を用いてもよい。

【0060】

このように本発明の第2の実施形態となる異常陰影候補検出装置Yによれば、コア領域検出手段5により放射線画像中の腫瘍陰影のコア領域を検出するとともに、評価手段6が、放射線画像中から抽出された線構造の線集中度と方向分布指数との積に基づいて、検出されたコア領域を有する腫瘍陰影の悪性度を評価するため、検出されたコア領域の周りに悪性腫瘍の指標となるスピキュラが存在しているか否か或いはどの程度存在しているかを確認する際にも、乳腺のように、ある点から一定方向に線が分布する線構造を排除して行うことが可能になり、異常陰影候補検出装置としての検出性能が向上する。

【0061】

なお、本発明は、乳房の放射線画像からの異常陰影候補検出に限られるものではなく、胸部放射線画像からの異常陰影候補検出等に対しても利用することができます。

【0062】

また、以上の実施の形態では、線集中度と方向分布指数の積を評価値として使用したが、評価値は、線集中度と方向分布指数を入力として得られるものであればよく、例えば、積以外の関数やテーブル等を用いて算出してもよい。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

乳房の放射線画像中の腫瘍陰影の指標となる線構造を示す図

【図2】

線集中度が等しく、線の方向のばらつきが異なる線図形の例を示す図（非特許文献2より引用）

【図3】

一様指数の対称性を示す図

【図4】

本発明の第1の実施の形態による異常陰影候補検出装置Xの構成を示すブロック図

【図5】

線集中度の説明図（非特許文献2より引用）

【図6】

方向分布指数の算出において180度を8分割して傾きの代表数字0から7を割り当てた場合を表す図

【図7】

注目画素Mの近傍K中の線構造の傾きの代表数字を求めた例を示す図

【図8】

方向分布指数が同じ値になる例を示す図

【図9】

本発明の第2の実施の形態による異常陰影候補検出装置Yの構成を示すブロック図

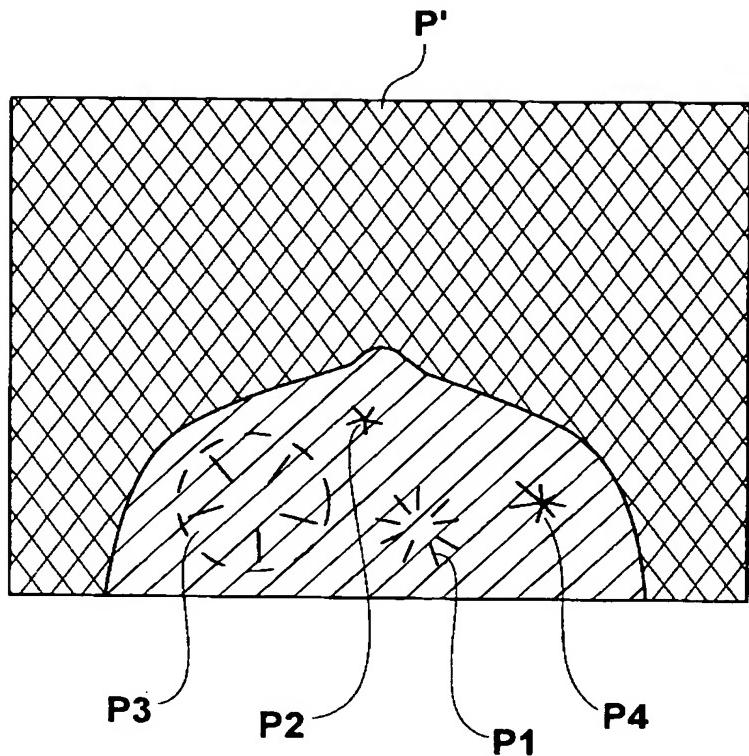
【符号の説明】**1 線構造抽出手段**

- 2 線集中度算出手段
- 3 方向分布指数算出手段
- 4 候補領域検出手段
- 5 コア領域検出手段
- 6 評価手段
- P 放射線画像データ
- Q 細線化線構造画像データ
- R 1 線集中度データ
- R 2 方向分布指数データ
- S 検出結果データ
- T コア領域データ
- U 評価結果データ

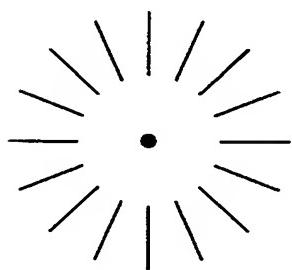
【書類名】

図面

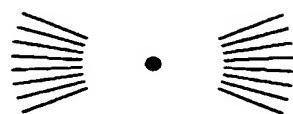
【図1】



【図2】

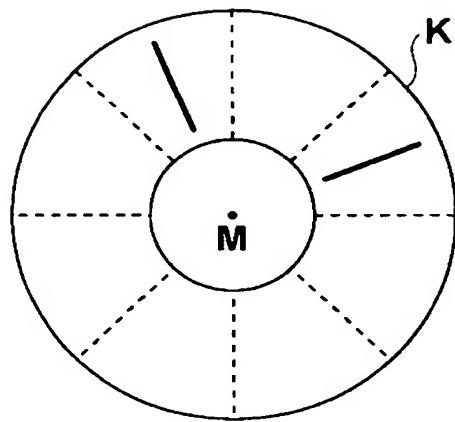


(a)

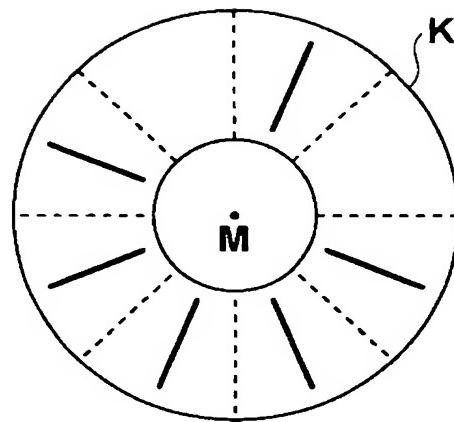


(b)

【図3】

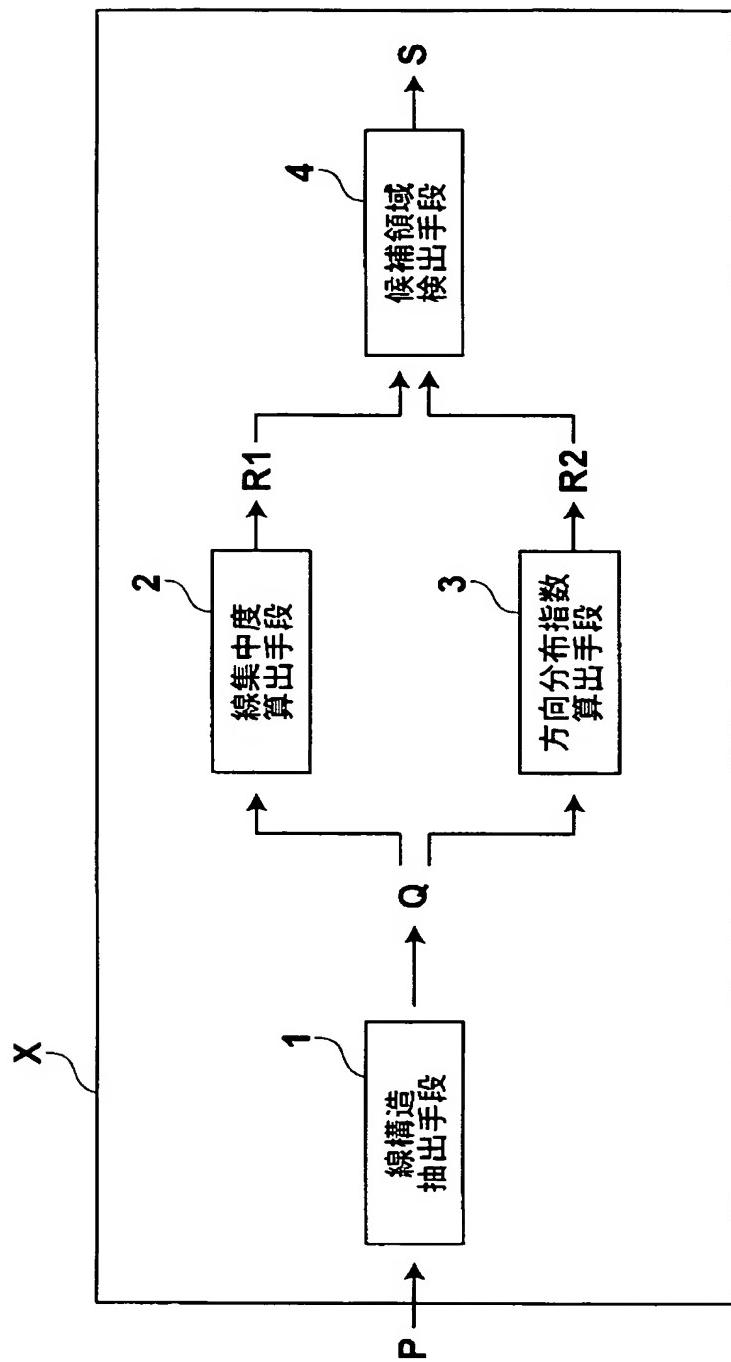


(a)

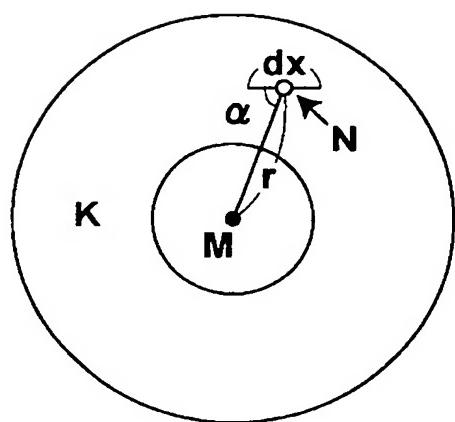


(b)

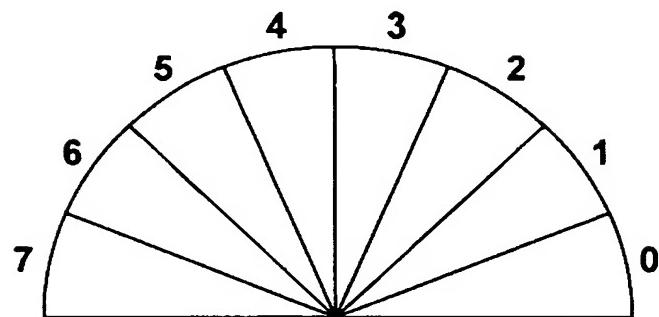
【図 4】



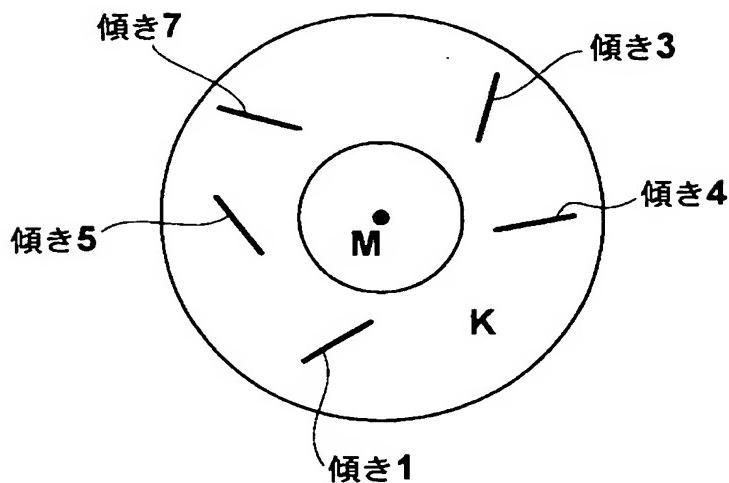
【図5】



【図6】

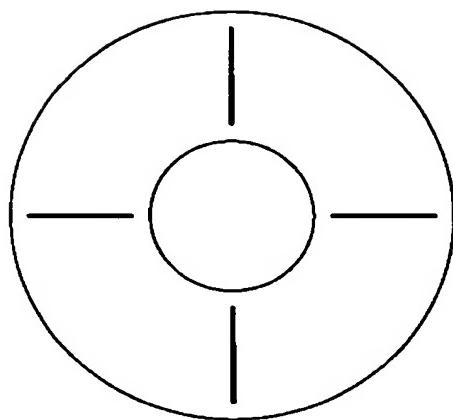


【図7】

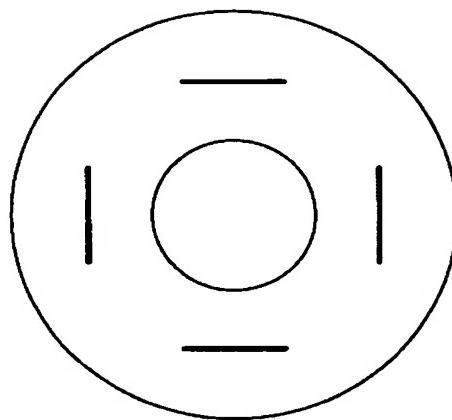


【図 8】

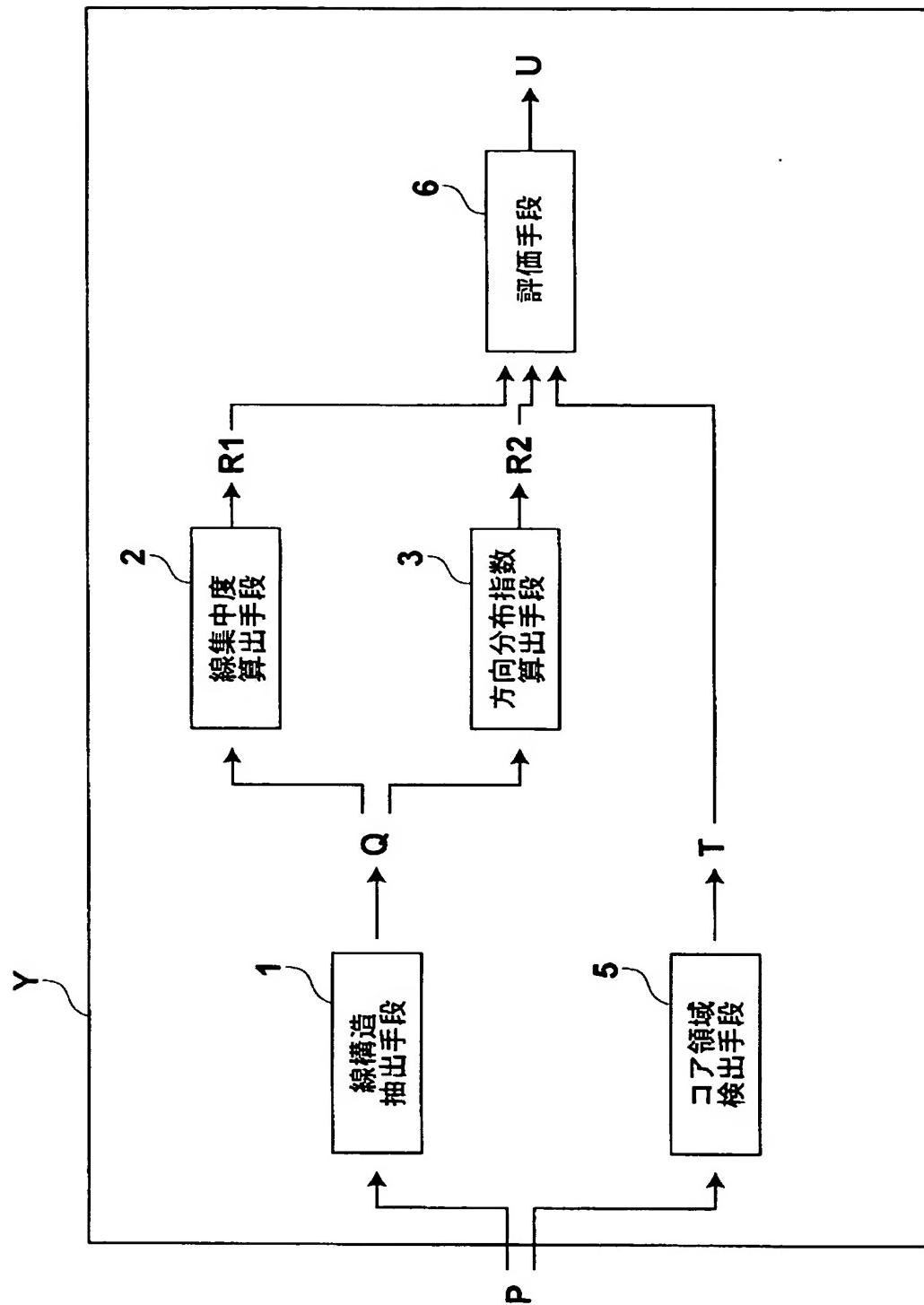
(a)



(b)



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放射状に広がる線構造を有する異常陰影候補の検出における検出率の向上と誤検出率の低減を図ることによって、医師の診断支援能を向上させる。

【解決手段】 線構造抽出手段1が被写体の放射線画像中の線構造を抽出し、線集中度算出手段2が、抽出された線構造の、放射線画像中の各画素に対する線集中度を算出し、方向分布指数算出手段3が、抽出された複数の線構造の方向分布指数を注目画素毎に算出し、候補領域検出手段4が、注目画素毎に線集中度と方向分布指数との積を算出し、算出された積に基づいて腫瘍陰影の候補領域を検出する。これにより線構造の方向のばらつきを考慮した候補領域の抽出が可能になる。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-000922
受付番号	50300009511
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成 15 年 1 月 8 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成 15 年 1 月 7 日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 210 番地
【氏名又は名称】	富士写真フィルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

次頁無

特願2003-000922

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フィルム株式会社